SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) **SK**

ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

PATENTOVÝ SPIS

(21) Číslo prihlášky: 851-92

(22) Dátum podania: 20.03.92

(31) Číslo prioritnej prihlášky: 0525/91

(32) Dátum priority: 22.03.91

(33) Krajina priority: DK

(40) Dátum zverejnenia: 14.10.92

(45) Dátum zverejnenia udelenia vo Vestníku: 08.04.98

(86) Číslo PCT:

(11) Číslo dokumentu:

278 916

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl 6:

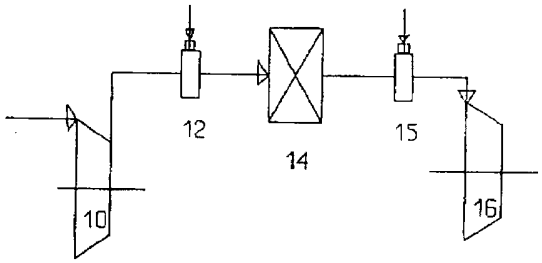
F 23G 7/06

(73) Majiteľ patentu: Haldor Topsøe A/S, Lyngby, DK;

(72) Pôvodca vynálezu: Schoubye Peter, Vedbaek, DK;

(54) Názov vynálezu: **Spôsob katalytického spaľovania spáliteľných látok vo vypúšťaných plynoch**

(57) Anotácia:
Spôsob eliminovania spáliteľných látok obsiahnutých vo vypúšťaných a/alebo odpadových plynoch katalytickým spaľovaním, pri ktorom sa spracovávaný plyn najprv stláča v kompresore, potom sa zahrieva na teplotu nutnú na nasledujúcc katalytické spaľovanie, pričom potom nasleduje spaľovanie a eliminovanie týchto škodlivých látok v spracovávanom plyne na katalyzátore obsiahnutom v spaľovacej komore a expandovanie tohto spracovávaného plynu na atmosférický tlak v plynovej expanznej turbíne. Výhodne je možné spracovávaný plyn predhrievať pomocou vypúšťaného plynu z expanznej turbíny a takisto je možné výhodne spracovávaný plyn dodatočne ohrievať pred vstupom do turbíny alebo pred vstupom do spaľovacej katalytickej komory, a tým udržať konštantnú výhrevnú hodnotu tohto plynu pred expandovaním.



Oblasť techniky

Vynález sa týka spôsobu katalytického spaľovania spáliteľných látok vyskytujúcich sa vo vypúšťaných odpadových plynoch, pričom týmito spáliteľnými látkami sú také látky, ako napríklad organické rozpúšťadlá a uhľovodíkové zlúčeniny, a tieto spáliteľné látky sa vyskytujú v zriedenom stave vo vypúšťaných odpadových plynoch obsahujúcich prebytkové množstvá kyslíka. Konkrétne je možné uviesť, že sa vynález týka katalytického spaľovania spáliteľných látok vyskytujúcich sa vo vypúšťaných plynoch, ktoré je kombinované s výrobou energie v expanznej turbíne.

Doterajší stav techniky

Čo sa týka doterajšieho stavu techniky, je známy postup eliminovania spáliteľných látok vyskytujúcich sa vo vypúšťaných odpadových plynoch pri atmosférickom tlaku a pri teplotách pohybujúcich sa nad 700 °C až asi do 900 °C tepelným spaľovaním týchto spáliteľných látok alebo katalytickou oxidáciou týchto látok pri teplotách pohybujúcich sa v rozmedzí od 200 °C do 1000 °C s použitím katalyzátorov na báze platiny, paládia alebo oxidov medi, chrómu a /alebo mangánu (patent Spojených štátov amerických č. 4 191 733).

Takisto bol podľa doterajšieho stavu techniky navrhnutý postup kombinovaného tepelného spaľovania organických rozpúšťadiel vyskytujúcich sa vo vzduchu a expandovanie tohto vzduchu podrobeného spaľovaniu v plynovej turbíne za súčasnej výroby elektrickej energie (pozri európsky patent EP č. 298 941 , nemecký patent DE DOS č. 2 543 761). Pri realizácii tohto postupu sa vzduch obsahujúci organické zlúčeniny stláča na absolútny tlak pohybujúci sa v rozmedzí od 0,3 MPa do 2 MPa v jednom alebo dvoch stupňoch s medzichladením. Takto získaný stlačený vzduch sa potom zahrieva v tepelnom výmenníku s použitím vyčisteného vypúšťaného vzduchu z expanznej turbíny, čo sa vykonáva ešte predtým, než sa tento stlačený vzduch ďalej zahrieva na teplotu pohybujúcu sa v rozmedzí od 700 do 1200 °C v spaľovacej komore s použitím zemného plynu alebo oleja, ktoré sa používajú ako prídavné palivo a ktoré sa spaľujú v uvedenej spaľovacej komore. Vyčistený vzduch, ktorý sa odvádza zo spaľovacej komory pri teplote pohybujúcej sa v rozmedzí od 700 do 1200 °C sa v ďalšom stupni nechá expandovať na atmosférický tlak v expanznej turbíne, pričom energia získaná v tejto expanznej turbíne sa potom využíva na stlačenie vzduchu obsahujúceho organické zlúčeniny a na výrobu elektrickej energie.

Výhoda tejto metódy v porovnaní s jednoduchým spaľovaním znečisteného odpadového plynu pri atmosférickom tlaku spočíva v tom, že sa časť výhrevnej hodnoty spáliteľných látok vyskytujúcich sa v tomto spaľovanom vzduchu prevedie na elektrickú energiu.

Tento postup má takisto niektoré nevýhody a obmedzenia:

Výstupná teplota plynu vystupujúceho zo spaľovacej komory musí byť nad určitou minimálnou teplotou preto, že je potrebné zaistiť rozštiepenie všetkých spáliteľných látok v dostatočnej miere a spálenie oxidu uhoľnatého, ktorý veľmi často vzniká pri tepelnom spaľovaní rozpúšťadiel. Táto minimálna teplota na dostatočné spálenie týchto spáliteľných látok sa pri praktickom vykonávaní tohto postupu pohybuje v rozmedzí od 700 do 1000 °C, čo závisí od typu spaľovaných spáliteľných látok, od obsahu týchto spáliteľných látok vo vzduchu a od času zdržania tohto plynu v spaľovacej komore. Na úplné rozštiepenie a spálenie oxidu uhoľnatého a uhľovodíkových zlúčenín ako je napríklad metán a etán a niektorých ďalších tepelne odolných organických zlúčenín a chlórovaných organických zlúčenín je potrebné pri tomto tepelnom spaľovacom procese použiť vysoké teploty až asi 1100 °C. Takisto pri vysokom obsahu týchto spáliteľných látok v odpadovom vypúšťanom plyne, ktorý zodpovedá výhrevnosti pohybujúcej sa v rozmedzí od 400 do 1000 kJ/Nm^3 spáliteľných látok v odpadovom plyne, môže nastať situácia, kedy je potrebné použiť vysoké teploty až asi 1100 °C alebo teploty ešte vyššie v spaľovacej komore, a/alebo kedy je potrebné použiť veľké spaľovacie komory s cieľom dosiahnuť úplné spálenie spáliteľných zložiek. Za tejto situácie je nutné použiť vysoké spotreby prídavného paliva a okrem toho je nutné použiť veľmi nákladné vysokoteplotné turbíny. Pri použití vysokých teplôt a obzvlášť pri spaľovaní s použitím prídavného horáka, dochádza k vytvoreniu vysokých koncentrácií oxidov dusíka (NO_X) vo vyčistenom plyne. Okrem toho je potrebné poznamenať, že rýchle zmeny obsahu spáliteľných látok vo vypúšťanom odpadovom plyne v rozmedzí od 0 do hodnôt nad 300 až 400 kJ/Nm^3 môžu spôsobiť vznik prechodných nadmerných teplôt v katalytickom lôžku, čo môže viesť k poškodeniu katalyzátora a turbíny.

Podstata vynálezu

Cieľom uvedeného vynálezu je poskytnúť účinnú a ekonomickú metódu eliminovania spáliteľných látok z odpadových plynov a/alebo z vypúšťaného vzduchu za súčasného využitia výhrevnej hodnoty týchto spáliteľných látok vo vypúšťanom plyne, ktorá by nemala nevýhody a obmedzenia postupov podľa doterajšieho stavu techniky.

V širšom poňatí sa uvedený vynález týka spôsobu eliminovania spáliteľných zložiek vo vypúšťanom vzduchu a/alebo v odpadových plynoch katalytickým spaľovaním, pri ktorom sa výhrevná hodnota týchto spáliteľných zložiek vo vypúšťanom plyne využije na výrobu energie.

Podstata postupu podľa uvedeného vynálezu spočíva v tom, že zahŕňa nasledujúce stupne:

- stláčanie odpadového plynu v kompresore,
- zahrievanie takto získaného stlačeného odpadového plynu na takú teplotu, ktorá je nutná na následné katalytické spaľovanie spáliteľných zložiek vyskytujúcich sa v tomto odpadovom plyne,
- spaľovanie a eliminovanie týchto spáliteľných látok obsiahnutých v tomto stlačenom a zahriatom odpadovom plyne kontaktovaním tohto plynu s katalyzátorom, na ktorom sa dosiahne spálenie týchto spáliteľných látok, a ktorý je usporiadaný v spaľovacej komore, a
- expandovanie odpadového plynu po spaľovaní na atmosférický tlak v plynovej expanznej turbíne.

Uvedenými katalyzátormi používanými v postupe podľa vynálezu sú vo výhodnom spôsobe realizácie katalyzátory na báze platiny a/alebo paládia, ktoré sú impregnované vo forme vrstiev s hrúbkou menšou ako 50 µm na pórovitom, keramickom nosičovom materiáli vo forme monolitickej štruktúry alebo vo forme valčekov alebo guľôčok, ktoré majú geometrický povrch obvykle v rozmedzí pohybujúcom sa od 2000 do 3000 m^2/m^3, pričom tieto častice sú uložené vo forme pevného lôžka v

spaľovacej komore. Pri tomto usporiadaní sa dosiahne úplné spálenie spáliteľných zložiek pri priestorovej rýchlosti asi 100 000 $Nm^3/h/m^3$ a pri tlaku 0,5 MPa a ďalej pri vstupnej teplote nad 350 °C a pri výstupnej teplote pohybujúcej sa v rozmedzí od 700 do 1100 °C. Vo výhodnom spôsobe realizácie podľa uvedeného vynálezu je možné použiť v spaľovacej komore katalyzátory na báze medi, mangánu a/alebo chrómu, ktoré v týchto katalyzátoroch tvoria účinné zložky, pri teplotách zahŕňajúcich minimálnu vstupnú teplotu asi 300 °C a maximálnu výstupnú teplotu 700 °C.

Z uvedeného vyplýva, že vo výhodnom spôsobe realizácie postupu podľa uvedeného vynálezu sa odpadový plyn odvádzaný z kompresora zahrieva na teplotu pohybujúcu sa v rozmedzí od asi 250 °C do asi 600 °C pred tým, než sa zavádza do spaľovacej komory.

Takto získaný stlačený odpadový plyn je možné potom zahriať v zahrievacej komore opatrenej prídavným horákom alebo vo výhodnom spôsobe realizácie podľa vynálezu prostredníctvom tepelnej výmeny s vyčisteným odpadovým plynom vypúšťaným z expanznej turbíny.

Podľa ďalšieho výhodného spôsobu realizácie postupu podľa vynálezu, je expanzná turbína spojená s generátorom na výrobu elektrického prúdu, takže energia obsiahnutá v spaľovanom odpadovom plyne sa týmto spôsobom využije na výrobu elektrickej energie.

Na to, aby sa dosiahla dostatočná energia na výrobu elektrickej energie je nutné, aby výstupná teplota vypúšťaných odpadových plynov zo spaľovacej komory bola v rozmedzí od 600 do 1100 °C. Takže podľa ďalšieho výhodného spôsobu realizácie sa odpadové plyny podrobené spaľovaniu, ktoré sa odvádzajú z katalytickej spaľovacej komory, ďalej zahrievajú na teplotu pohybujúcu sa v rozmedzí od 600 °C do 1200 °C, pričom podľa výhodného spôsobu realizácie je táto teplota v rozmedzí od 750 do 1000 °C pred zavádzaním a expandovaním týchto odpadových plynov v expanznej turbíne.

Zahrievanie týchto odpadových plynov podrobených spaľovaniu je možné realizovať v zahrievacej komore, ktorá je umiestnená medzi spaľovacou komorou a turbínou.

V alternatívnom spôsobe realizácie postupu podľa uvedeného vynálezu sa výstupná teplota odpadových plynov podrobených spaľovaniu upravuje na teplotu pohybujúcu sa v rozmedzí od 600 do 1200 °C, vo výhodnom spôsobe realizácie na teplotu pohybujúcu sa v rozmedzí od 750 do 1000 °C, pričom sa tento plyn mieša s plynným palivom pred zavádzaním tohto plynu ku katalytickému spaľovaniu. Týmto spôsobom sa množstvá spáliteľných zložiek v odpadovom plyne zvýšia, čo sa prejaví v požadovanom zvýšení teploty na výstupe pri odvádzaní tohto odpadového plynu zo spaľovacej komory.

Prehľad obrázkov na výkresoch

Postup podľa uvedeného vynálezu bude bližšie vysvetlený s pomocou dvoch výkresov, na ktorých je na obr. 1 a na obr. 2 schematické znázornenie dvoch výhodných spôsobov realizácie tohto postupu. Z vyobrazení na týchto dvoch výkresoch budú zrejmejšie niektoré charakteristické znaky a aspekty tohto postupu podľa vynálezu, pričom však tieto výkresy majú len ilustratívny charakter a nijako neobmedzujú rozsah uvedeného vynálezu.

Príklady uskutočnenia vynálezu

V realizácii zariadenia s turbínou na obr. 1 sa odpadový vypúšťaný plyn obsahujúci spáliteľné zložky v množstve zodpovedajúcom výhrevnej hodnote až asi 800 kJ/Nm^3 najprv stláča v kompresore **10**, obvykle na tlak 0,5 MPa (pretlak), pričom sa teplota tohto plynu zvýši z asi 40 °C na asi 240 °C. Tento plyn sa potom ďalej zahrieva na teplotu asi 300 °C s pomocou prídavného horáka **12**, ktorý je umiestnený pred katalytickou spaľovacou komorou **14**, v ktorej sa viac ako 99 % spáliteľných látok obsiahnutých v tomto odpadovom plyne oxiduje na oxid uhličitý CO_2 a vodnú paru H_2O. Pri použití niektorého z uvedených katalyzátorov sa v tejto spaľovacej komore vytvára menej než 50 ppm oxidu uhoľnatého a menej ako 10 ppm oxidov dusíka NO_X. V prípade, že tento spracovávaný plyn obsahuje asi 10 gramov rozpúšťadiel s priemernou výhrevnou hodnotou na spodnej hranici asi 30 kJ/g, je teplota vyčisteného plynu odvádzaného zo spaľovacej komory asi 510 °C. Takto získaný vyčistený plyn je možné potom priamo zavádzať do expanznej turbíny **16** bez ďalšieho ohrievania alebo je možné tento plyn ďalej ohrievať na maximálnu teplotu, ktorá je ešte prijateľná turbíne, s pomocou prídavného horáka **15**.

Na obr. 2 je znázornené výhodné uskutočnenie postupu podľa uvedeného vynálezu vo forme prevádzkovej schémy s plynovou turbínou, v ktorom sa výstupná teplota spracovávaného plynu odvádzaného zo spaľovacej komory upravuje na teplotu požadovanú v expanznej turbíne na výrobu elektrickej energie, pričom sa do tohto spracovávaného odpadového plynu pred zavádzaním do spaľovacej komory vstrekuje prídavné palivo. Týmto spôsobom sa množstvo spáliteľných zložiek zvýši, čím sa takisto zvýši teplota plynu odvádzaného zo spaľovacej komory na hodnotu pohybujúcu sa v rozmedzí od 600 do 1100 °C. Toto prídavné palivo sa vstrekuje do spracovávaného odpadového plynu v plynnej forme, ako je napríklad zemný plyn, plyn odparovaný z kvapaliny alebo plynný metanol, pričom tento plyn sa celkom oxiduje pôsobením katalyzátora v spaľovacej komore. Odpadový spracovávaný plyn s množstvom spáliteľných látok zodpovedajúcim výhrevnej hodnote pohybujúcej sa v rozmedzí od 0 do 800 kJ/Nm^3 sa potom stláča v kompresore **10** a potom sa ďalej zahrieva na maximálnu teplotu asi 380 °C v tepelnom výmenníku **11** teplom obsiahnutým vo vypúšťanom plyne z plynovej turbíny **16**. Táto teplota plynu odvádzaného z tepelného výmenníka **11** je postačujúca k dosiahnutiu úplnej oxidácie v katalytickej komore **14** bez toho, aby bolo potrebné použiť horák **12**, ktorý sa používa len v spúšťacej fáze tohto postupu. Prídavné palivo, ako napríklad palivo vo forme plynu odparovaného z kvapaliny, sa mieša s plynovým prúdom v mieste **13** na vstrekovanie prídavného paliva s cieľom dosiahnuť požadovanú teplotu (napríklad teploty pohybujúcej sa v rozmedzí od 700 do 900 °C) pred zavádzaním tohto plynu do turbíny **16**. K tomu, aby bola dosiahnutá na vstupe do tejto turbíny teplota plynu 900 °C a pri celkovom množstve spáliteľných zložiek v spracovávanom plyne zodpovedajúcej výhrevnej hodnote 800 kJ/Nm^3 pred spaľovacou katalytickou komorou **14**, musí byť teplota spracovávaného plynu na vstupe do tejto katalytickej spaľovacej komory asi 350 °C. Maximálne prijateľné množstvo spáliteľných látok v spracovávanom plyne, ktoré je ešte možné spaľovať v tomto postupe, je určené teplotným rozdielom medzi minimálnou vstupnou

teplotou do spaľovacej katalytickej komory **14**, v ktorej sa na tu nachádzajúcom katalyzátore dosahuje úplná oxidácia, a maximálnou prijateľnou teplotou na vstupe do turbíny **16**. Ak sa v tejto turbíne **16** ponechá spracovávaný plyn expandovať z pretlaku 0,5 MPa na 0,1 MPa, potom teplota za turbínou **16** bude asi 500 °C. Takto získaný plyn po expanzii sa potom chladí, pričom najskôr sa chladí v tepelnom výmenníku **13** a potom v nasledujúcej fáze v tepelnom výmenníku **18**, z ktorého sa odvádza toto zvyškové teplo vo forme pary alebo horúcej vody.

Pri spaľovaní prídavného paliva v katalytickej komore namiesto použitia prídavného horáka sa dosiahnu nasledujúce výhody:
- počas katalytického spaľovania vzniká veľmi malé množstvo oxidov dusíka NO_X v porovnaní s tepelným spaľovaním s pomocou horáka,
- na výstupe zo spaľovacej katalytickej komory sa dosahujú vysoké teploty plynu, pričom túto vysokú teplotu plynu na výstupe zo spaľovacej katalytickej komory je možné udržať konštantnú a tým zaistiť požadovanú vstupnú teplotu plynu do turbíny nezávisle od zmien obsahu spáliteľných látok v odpadovom spracovávanom plyne, čo sa dosiahne kontrolovaným nastrekovaním paliva do tohto spracovávaného odpadového plynu, takže výhrevná hodnota spracovávaného odpadového plynu na vstupe do spaľovacej komory sa udržuje konštantná na požadovanej hodnote.

Preto dôvodu je možné použiť len jeden prídavný horák **12** pred katalytickou komorou. Tento horák **12** môže byť doplnený alebo nahradený tepelným výmenníkom, v ktorom dochádza k zahrievaniu tohto plynu prostredníctvom tepla plynu odvádzaného z plynovej turbíny.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Spôsob eliminovania spáliteľných látok obsiahnutých vo vypúšťanom vzduchu a/alebo odpadových plynoch katalytickým spaľovaním týchto spáliteľných látok, **vyznačujúci sa tým**, že pozostáva z nasledujúcich postupne realizovaných stupňov:
- stlačovanie vypúšťaného plynu v kompresore ,
- zahrievanie tohto stlačeného spracovávaného odpadového plynu na teplotu požadovanú na nasledujúce katalytické spaľovanie spáliteľných odpadových látok v tomto spracovávanom plyne,
- spaľovanie a eliminovanie týchto spáliteľných látok obsiahnutých v tomto stlačenom a zahriatom spracovávanom plyne kontaktovaním so spaľovacím katalyzátorom usporiadaným v spaľovacej komore, a
- expandovanie tohto vypúšťaného plynu podrobeného spaľovaniu na atmosférický tlak v plynovej expanznej turbíne.

2. Spôsob podľa nároku 1, **vyznačujúci sa tým**, že uvedený aktívny katalyzátor na spaľovanie plynu sa vyberie zo skupiny katalyzátorov na báze platiny, paládia, medi, mangánu a chrómu.

3.Spôsob podľa nároku 2, **vyznačujúci sa tým**, že tento katalyzátor je nanesený na nosičovom materiáli s monolitickou štruktúrou.

4. Spôsob podľa nároku 1, **vyznačujúci sa tým**, že sa stlačený spracovávaný plyn ďalej zohrieva na teplotu pohybujúcu sa v rozmedzí od 250°C do 600 °C pred zavádzaním do spaľovacej komory.

5.Spôsob podľa nároku 4, **vyznačujúci sa tým**, že stlačený spracovávaný plyn je ďalej zahrievaný v zahrievacej komore opatrenej prídavným horákom.

6. Spôsob podľa nároku 4, **vyznačujúci sa tým**, že stlačený spracovávaný plyn sa ďalej zahrieva nepriamou tepelnou výmenou s vyčisteným vypúšťaným plynom z expanznej turbíny.

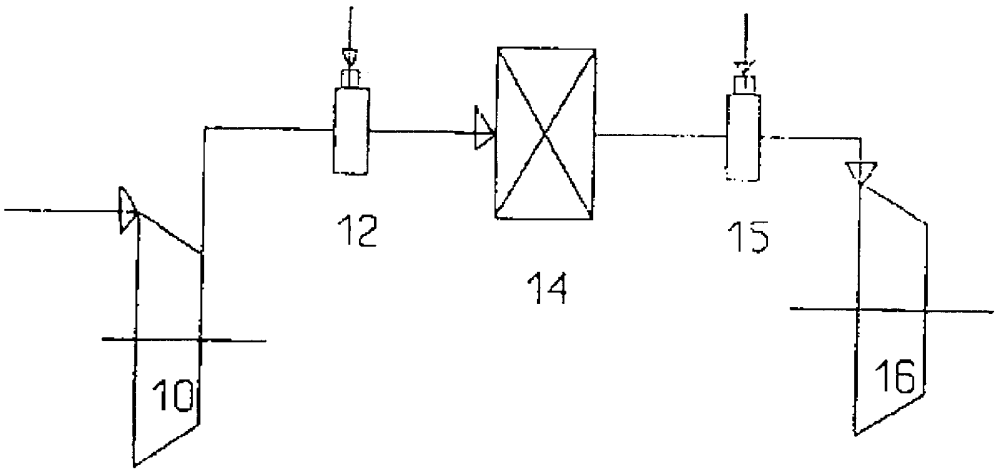
7. Spôsob podľa nároku 1, **vyznačujúci sa tým**, že uvedená expanzná turbína je pripojená na generátor elektrickej energie.

8. Spôsob podľa nároku 6, **vyznačujúci sa tým**, že vypúšťaný spracovávaný plyn podrobený spaľovaniu a odvádzaný zo spaľovacej komory sa ďalej zahrieva na teplotu pohybujúcu sa v rozmedzí od 600 do 1200 °C, vo výhodnom spôsobe realizácie na teplotu v rozmedzí od 700 do 1000 °C, pred zavádzaním tohto spracovávaného plynu na expandovanie v expanznej turbíne.

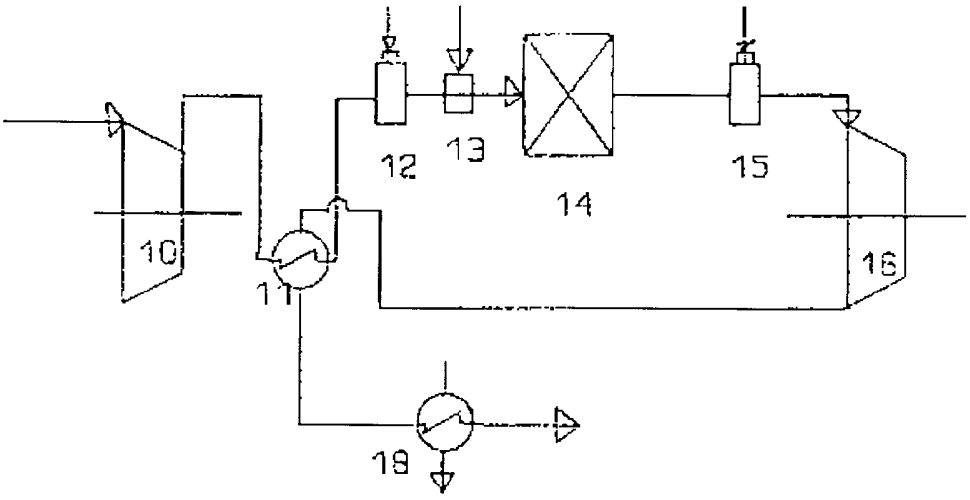
9. Spôsob podľa nároku 7, **vyznačujúci sa tým**, že spaľovaný spracovávaný plyn sa zahrieva v zahrievacej komore opatrenej prídavným horákom.

10. Spôsob podľa nároku 7, **vyznačujúci sa tým**, že teplota spaľovaného spracovávaného plynu sa upraví na teplotu pohybujúcu sa v rozmedzí od 600 °C do 1200 °C zmiešavaním tohto stlačeného spracovávaného plynu s plynným palivom pred katalytickým spaľovaním.

2 výkresy



OBR. 1



OBR. 2

Koniec dokumentu